천적을 이용한 진딧물 방제

김 용 헌
(농업과학기술원 작물보호부, yongh@rda.go.kr)

진딧물은 잎이나 어린줄기의 수액을 빨아먹어 작물에 직접적인 피해를 주며, 바이러스병을 매개하여 간접적인 피해를 준다. 농약 사용에 의한 진딧물 방제 효과는 우수한 점도 있으나 약제에 대한 내성이 있는 진딧물이 나타나고, 농약 잔류의 위험성이 있어 농약 이외의 새로운 방제 수단이 필요하게 되었다. 진딧물 방제에서 천적의 이용은 농약이용의 방제의 새로운 대안이 될 수 있다.

진딧물 천적의 이용은 천적이 없는 시설 조건에서는 대량 생산된 천적을 투입하여 이용한다. 한편 노지 작물에서 천적의 이용은 접종적 방사에 의한 천적 투입을 할 수도 있으나 자연 발생 천적의 보호가 중요하다.

천적에 의해서 진딧물의 발생을 억제시킨다는 것은 의심 없는 사실이다. 그러나 천적의 정확한 역할은 파악하기 쉽지 않다. 진딧물의 종류, 이용작물, 온도 등 환경, 방사량, 방사시기, 농약 사용 등에 따라서 천적의 이용효과는 달라진다. 따라서 합리적인 진딧물의 생물적 방제의 실천에 중요한 진딧물의 일반적인 특성과 주요 진딧물 천적의 종류별 형태, 생활사, 대상작물, 대상작물 이용방법 등을 살펴본다.

1. 진딧물의 생리 생태

진딧물은 매미목에 속하며 시설에 발생하는 진딧물은 복숭아혹진딧물, 목화진딧물, 싸리수염진딧물, 감자수염진딧물이 있다. 진딧물의 생활사는 복잡하여 성충은 날개가 있는 유시충(alate), 날개가 없는 무시충(aptera)이 있다. 유시충은 밀도가 높거나 기주 전환이 필요할 때 나타난다. 진딧물은 월동할 때 알로 낳는 것도 있지만 그 외에는 새끼로 태어난다. 새끼는 4번 탈피를 하여 성충이 된다. 진딧물은 겨울을 보낼 때 기주 전환을 하는 것이 있으며, 한 기주에서 계속적으로 발생하는 것이 있다. 시설에 발생하는 진딧물은 기주 전환이 없이 무성으로 겨울에도 태생한다. 진딧물의 발육은 기주, 기주의 영양상태, 기후, 밀도에 따라서 차이가 있지만 한 세대 기간은 며칠밖에 안 된다. 진딧물의 밀도 증가 속도가 빠른 이유는 무성생식, 태생, 수컷이 거의 없기 때문이다. 밀도 증가 속도는 진딧물 종류, 기주, 기후에 따라 다르다. 보통 하루에 3~10마리씩 출산하며, 일생동안 40~100마리를 낳는다. 야외에서는 알로 월동을 하나 가끔은 틈새 속에서 암컷으로 월동을 하는 것도 있다. 그러나 온실이나 작물이 계속적으로 재배되는 곳에서는 월동을 하지 않는다. 진딧물이 처음에는 흩어져 발생하나 빠른 속도로 증식하여 집단(colonies)을 형성한다. 집단이 커지면 이웃으로 분산을 한다. 밀도가 높아지면 유시충이 나타나고 이들은 전 포장으로 분산한다.

2. 콜레마니진디벌을 이용한 진딧물 방제

기생성 천적인 진디벌은 콜레마니진디벌(Aphidius colemani), Aphidus. ervi, Aphelinus abdominalis 등이 있다. 이 중 콜레마니진디벌은 상업적으로 가장 많이 이용되고 있는 천적으로 진딧물의 밀도가 낮을 때 예방용으로 이용되는 천적이다.

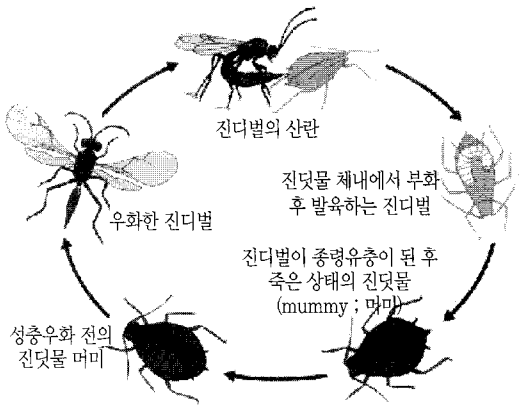
가. 형태

고치벌과에 속하는 천적으로 성충은 약간 기름하며, 시맥이 분명치 않고 긴 더듬이가 있고 체색은 검다. 크기는 기주에 따라 약간 차이가 있지만 약 2㎜이다. 진디벌은 진딧물 체내에서 알에서 번데기 기간을 보내며 성충이 되면 진딧물의 표피를 뚫고 밖으로 나온다. 유충은 4령까지 있으며, 4령이 된 후에 입형태가 분명해진다. 성충은 3~4㎜이고 체색은 검정색이다.

나. 생활사

암컷은 복부를 다리 아래로 구부려 산란관으로 진딧물에 알을 낳는다. 진딧물의 성충과 약충에 다 같이 산란을 한다. 이 벌의 알 기간(산란 후 3일간) 동안 진딧물은 더 많이 먹고 감로를 분비한다. 기생된 진딧물 성충과 4령충은 산란활동을 계속한다. 이 벌의 유충은 치명적으로 진딧물을 흡집하지는 않는다. 21℃에서 기생 7일 후에 진딧물을 잎에 고정시키고 고치를 진딧물에 부풀린다. 이 진디벌의 산란수는 25℃에서 388개로 20℃의 302개보다 많다. 유충의 발육기간은 암컷이 20℃에서 12.7일, 수컷이 12.6일이고, 25℃에서 암컷은 10.0일, 수컷은 9.6일이다. 유충 사망률은 20℃에서 14.1%, 25℃에서 27.8%이고, 머미 사망률은 20℃에서 1.5%, 25℃에서 6.6일로 사망률은 모두 25℃에서 높다. 성충의 수명은 20℃에서 5.8일, 25℃에서 4.4일이다.

목화진딧물에서 사육한 콜레마니진디벌은 우화 후 3일 이후부터 사망하는 개체가 나타나기 시작하고, 우화 후 9일 이상 살아남은 개체는 없다. 그 결과 온도별 매일 산란수는 20℃에서 우화 1일째에 149.7개, 2일째에 92.7개로, 우화 후 2일 이내에 대부분 산란을 마치고, 5일 이후에 산란하는 개체는 적다. 25℃에서도 마찬가지로 우화 1일째에 171.1개, 우화 2일째에 134.5개를 산란하고, 3일째부터는 산란수가 점점 떨어진다.



진디벌의 생활사

다. 대상해충

복숭아혹진딧물, 목화진딧물 등 40여종의 진딧물에 기생한다. 그러나 감자수염진딧물 같이 다리가 긴 진딧물은 기생하지 못한다.

라. 이용작물

채소작물, 화훼작물, 과수 등 대부분의 원예작물에 이용할 수 있다.

마. 이용방법

진딧물이 발생하기 전에 투입하면 방제 효과가 높다. 진디벌의 최소 방사량은 1주일 동안 ㎡당 0.15마리이다. 진딧물이 끈끈이 트랩에 잡히기 시작하면 ㎡당 방사량은 0.5~1마리로 늘려야 한다. 밀도가 높아지면 이 천적만으로는 효과가 떨어져 진디혹파리와 함께 사용하는 것이 좋다. 진

딧물이 많이 발생하면 무당벌레와 같이 사용하면 좋다. 30℃ 이상에서는 효과가 떨어진다. 이 천적은 여름에는 중복기생봉이 많이 발생하여 효과가 떨어지며, 성충의 수명과 산란기간이 짧아 계속적으로 방사해야하는 단점이 있다.

화분에 보리를 파종하여 재배하고 거기에 화본과 식물에만 자라는 보리두갈래진딧물 등을 넣어 증식시킨 다음 진디벌을 넣어 진디벌이 계속적으로 발생되는 '천적유지식물(banker plant)' 을 작물의 정식 직전에 넣어 주는 방법으로 이용효과를 높이고 있다. 이용기간은 10~12주이며, 중기생자(hyperparasites)가 나타나기 전까지이다.

3. 기타 진딧물의 천적 특성

가. 진디좀벌(Aphelinus abdominalis)

이 천적은 좀벌과에 속하는 크기가 아주 작은 기생성 천적으로 콜레마니진디벌이 방제가 안 되는 감자수염진딧물과 싸리수염진딧물 방제에 이용되는 천적이다.

(1) 형태

성충은 크기가 3㎜이고 상대적으로 짧은 다리와 안테나를 가지고 있다. 암컷은 검은 가슴과 노란 배를 가지고 있다. 수컷은 더 작고 짙은 배를 가지고 있다. 이 좀벌은 날지 못한다.

(2) 생활사

산란은 20~60초가 걸린다. 이 좀벌은 진딧물에서 발육하며, 20℃에서 산란 후 7일 후에 머미를 형성한다. 머미에서 성충까지 8일이 걸린다. 이 천적은 우화 3~4일 후부터 산란을 하며, 하루에 5~10개를 산란한다. 산란기간이 약 8주로 오랫동안 산란하는 것이 특징이다. 성충은 산란관으로 구멍을 뚫고 진딧물 내용물을 흡즙한다.

(3) 대상해충

감자수염진딧물, 싸리수염진딧물

(4) 이용작물

고추, 토마토, 가지, 거베라, 장미, 국화 등

(5) 이용방법

충분한 높은 온도와 광 조건에서 활동을 잘 한다. 중기생자가 있지만 콜레마니진디벌과 같이 문제가 되지는 않는다.

나. 진디혹파리(Aphidoletes aphidimyza)

진디혹파리는 유충이 진딧물을 잡아먹는 우수한 천적으로 여름철에 진딧물의 밀도가 높을 때 이용하는 천적이다.

(1) 형태

성충은 작고(2~3㎜), 가냘프게 생긴 모기 모양의 파리로 다리는 늘어뜨리고 길며, 긴 더듬이를 가지고 있다. 알은 타원형으로 작고(약 0.1~0.3㎜) 오렌지색을 띤다. 오렌지색의 파리 같은 유충은 작고 3령을 경과하며 2~3㎜까지 발육한다. 먹이 조건에 따라서 체색은 오렌지색에서 붉은 색을 띤다. 몸체는 머리를 향하여 좁아진다. 유충은 먹이를 잡을 수 있는 강한 턱(jaw)을 가지고 있다.

(2) 생활사

암컷은 1~2주간 살며, 알을 낱개로 또는 무더기로 진딧물이 있는 곳에 약 70개를 낳는다. 알은 2~4일 만에 부화한다. 유충은 진딧물을 마비시키고 체액을 빨아먹는다. 유충은 온실에서 부화하여 1주일이 채 안돼 땅에 떨어져 번데기로 잠복한다. 야외에서 유충은 1~2주간 발육하고, 번데기까지 3주가 걸린다. 야외에서 한 세대의 생활사는 3~6주간이고, 연 3~6회 발생한다. 성충은 밤에는 날지 않는다. 이 천적은 토양에 토화를 짓고 유충으로 월동하며, 봄에 번데기가 된다. 성충은 늦은 봄에 나타나고, 밤에만 활동을 한다. 밤에 교미를 하

며, 교미한 암컷은 진딧물을 찾아다닌다. 대부분의 산란은 우화 후 수일 내에 끝난다.

(3) 대상해충

종류를 가리지 않고 거의 모든 종류의 진딧물을 가해한다.

(4) 이용작물

고온 조건에서 재배되는 고추, 오이, 호박 등 과채류 작물에 효과적이다.

(5) 이용방법

성충은 진딧물 집단을 아주 잘 찾는다. 유충은 생활사를 완성하기 위해서 최소 7마리의 진딧물이 필요하나 80마리를 먹으며, 그 외에 유충은 먹는 것 이상의 진딧물을 죽인다. 투입시기는 황색끈끈이트랩에 진딧물이 유살되기 시작하면 바로 사용한다. 캐나다의 채소해충의 종합방제에 진디벌(Aphidiuscolemani 또는 A. matricariae)과 함께 이 천적 사용을 추천하고 있다. 유충은 늦은 여름까지 매우 흔하다. 일장이 짧아지면 휴면에 들어갈 수 있다.

(6) 적합한 환경

높은 온도와 강한 바람을 피할 수 있는 은신처가 있으며 습도가 높으면 활동을 잘 한다. 온실에서 20~26℃에서 효과가 높다. 성충은 또한 섭식과 산란을 위해 감로를 필요로 한다. 유충은 번데기를 만들기 위해 높은 토양습도를 요구한다. 바닥이 토양이 아닌 시멘트에서는 고치를 지을 수 없어 증식할 수 없다.

다. 어리줄풀잠자리(Chrysopa carnea)

이 천적은 온도가 높거나 습도가 낮을 때에도 이용할 수 있는 천적으로 진딧물 집단이 형성될 때 사용한다. 이 천적은 포복성 작물에서는 효과가 적으며, 키가 큰 작물에서 효과가 좋다. 이 종은 칠성풀잠자리붙이(Chrysopapallens)와 비교하여 작으나 사육이 용이한 것으로 알려졌다.

(1) 형태

알은 타원형이고 실 같은 자루 끝에 매달려 있으며, 알 길이는 1㎜, 알 자루의 길이는 7.5㎜이다. 유충은 1령에서 3령까지 있고, 3령의 크기는 8㎜로 어리줄풀잠자리보다 크며, 형태는 악어 모양이다. 성충은 연두색이고, 날개는 크며 시맥은 투명하고, 암컷은 14.6㎜, 수컷은 13.4㎜ 이다.

(2) 생활사

시설 내에 또는 야외에서 종종 발생하며, 번데기로 나무껍질의 사이나 낙엽 등 지피물 속에서 월동을 한다. 성충은 7월 하순에 많으며 여름철에 밀도가 줄어들었다가 9월 상·중순에 다시 많아진다. 27℃에서 알에서 성충까지 발육기간은 25일이고, 성충은 77.7일간 살았으며, 알을 1,637개 낳았다. 포식량은 3령 유충이 목화진딧물 133.6마리, 암컷성충이 86.6마리, 수컷성충이 69.7마리이다.

(3) 대상해충

진딧물에 주 이용하는 천적이지만 응애, 총채벌레, 나비목 유충도 잡아먹는다.

(4) 이용작물

채소, 화훼, 과수 등 원예작물

(5) 이용방법

온도 높은 곳 또는 습도 변화가 큰 곳에서도 효과가 좋다. 유충은 이동할 수 없으므로 진딧물에 있는 곳에 방사하는 것이 중요하다. 방사 후 방제효과는 바로 나타나는 장점이 있는 반면 성충이 되면 다른 곳으로 이동하여 밀도 증식이 안 되는 단점이 있다. 진딧물의 콜로니(집단)가 형성될 때 사용한다.

라. 무당벌레 (Harmonia axyridis)

무당벌레는 가을(10월 하순~11월 초순)에 월동처를 찾아 건물로 침입하며, 봄에 날씨가 따뜻해지면 다시 나타나는 습성이 있어 이때 대량 채집

하여 보관하였다가 이용하는 천적으로 진딧물의 밀도가 높을 때 주로 이용한다.

(1) 형태

무당벌레는 여러 가지 색깔을 띤다. 성충은 둥근 모양으로 길이가 6㎜, 폭이 5㎜이다. 연노란 오렌지색에서 진홍 오렌지색이며, 날개 위에 검은 반점이 있거나 없는 것 등 다양한 개체가 섞여 있다. 날개는 일반적으로 반점이 없는 것은 노란 오렌지색이며, 반점이 있는 것은 한쪽 날개에 10개의 반점을 가지고 있다. 알은 투명한 노란색이고, 약 20개의 알을 무더기로 낳는다. 유충은 길쭉하며 평평하고, 털과 혹으로 장식되어 있다.

(2) 생활사

대부분이 교미를 하지 않은 채로 월동을 하며 봄에 교미하는 것으로 보인다. 유충기간은 12~14일, 번데기기간은 5~6일이다. 추운 봄에 알에서 어미까지는 36일 이상 걸린다. 성충은 좋은 환경에서는 2~3년 살 수 있다. 성충은 하루에 90~270마리의 진딧물, 3령 유충은 300마리를 각각 먹고, 유충 한 마리가 발육기간 동안 600~1,200마리의 진딧물을 먹는다.

(3) 대상해충

진딧물, 깍지벌레 등 몸이 부드러운 곤충

(4) 이용작물

채소작물, 모종식물, 화훼작물, 관목, 장미, 알팔파, 밀, 목화, 담배, 등

(5) 이용방법

채집한 성충으로부터 얻어진 알이나 유충을 방사한다. 어느 환경이나 이용할 수 있다.

마. 꽃등에(Episyrphus balteatus)

모양은 꿀벌과 유사하나 파리목에 속하는 천적이다. 대량생산에 의한 이용은 일부 실용화되었으나 아직까지 보편화되지 않았다. 야외 작물에서 천적보호에 관심을 둬야 할 천적이다.

(1) 형태

성충은 길이가 13㎜ 이고, 머리와 가슴은 검고, 복부는 노랑과 검은 줄무늬가 있는 꿀벌과 거의 닮은 아름다운 곤충이다. 알은 1㎜로 백색의 타원형 소시지 모양이다. 알은 진딧물 콜로니가 있는 곳에서 육안으로 볼 수 있다.

(2) 생활사

꽃에서 꽃으로 날쌔게 떠돌아다니므로 떠돌이 파리(hover flies)라고도 한다. 성충은 다른 곤충을 먹는 것보다 꿀과 꽃가루를 잘 먹는다. 암컷은 희색의 알을 진딧물 밀도가 높은 곳에 낳는다. 알은 2~3일 후 부화하며, 유충은 다리가 없는 구더기 모양이며, 길이는 발육단계에 따라서 1~13㎜이다. 유충은 3령까지 있으며 유충에서 성충까지는 약 1개월이 걸린다. 잎에서 진딧물을 먹고 자란 유충은 번데기가 될 때에는 땅으로 떨어져 고치를 만든다. 유충은 전 생육기간에 300~500마리의 진딧물을 먹는다.

(3) 대상해충

모든 진딧물

(4) 이용작물

고추 같이 털이 없는 작물, 노지작물에서도 이용이 가능하다.

(5) 이용방법

15℃ 이하에서는 증식이 안 되나 어느 환경에서도 이용할 수 있다. 예방용 또는 치료용으로 사용할 수 있다. 주로 진딧물의 밀도가 높은 곳에 사용한다.